

# ВІДПРАЦЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ВИРОБУ НА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ - ОДИН ІЗ НАЙВАЖЛИВІШИХ ЕТАПІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

Відпрацювання на технологічність конструкцій виробів, вузлів, складальних одиниць та деталей є одним з найважливіших етапів технологічної підготовки виробництва. Не дивлячись на те, що відпрацювання нового виробу на технологічність є дуже важливою проблемою і без нього просто неможливе існування будь-якого сучасного виробництва в галузі машинобудування, аналіз літературних джерел вказує на те, що до теперішнього часу немає єдиної відпрацьованої системи, єдиних методологічних основ відпрацювання виробів на технологічність. Наведені приклади вказують на те, що відпрацювання конструкцій виробів на технологічність дозволяє отримати принципово нові можливі конструкції виробів, які є значно простіші, дешевіші і надійніші.

Working on design manufacturability of products, components, assembly units and parts is one of the most important stages developed. Despite the fact that the testing of new products for manufacturability is a very important issue and it is simply impossible without the existence of a modern production of machinery, the literature indicates that to date no single exhaust system, out the common methodological basis products for manufacturability. The examples indicate that working out designs for manufacturability of products allows to obtain fundamentally new possible designs products that are much simpler, cheaper and more reliable.

## Вступ.

Відпрацювання на технологічність конструкцій виробів, вузлів, складальних одиниць та деталей є одним з найважливіших етапів технологічної підготовки виробництва (ТПВ). В якості доказу можна навести той факт, що за рахунок покращання технологічності конструкції виробу можна зменшити трудомісткість складання на 8...12%, а інколи і на 20%, та собівартість виготовлення на 5...10% [1].

Не дивлячись на те, що відпрацювання нового виробу на технологічність є дуже важливою проблемою і без нього просто неможливе існування будь-якого сучасного виробництва в галузі приладо- та машинобудування, аналіз літературних джерел вказує на те, що до теперішнього часу немає єдиної відпрацьованої системи, єдиних методологічних основ відпрацювання виробів на технологічність. Так, мабуть, у [2] наведена найбільша кількість публікацій (понад 5000), що пов'язані з поняттям технологічності. Інформація, яка наведена у більшості з цих публікацій, підтверджує вищесказане.

## Постановка задачі.

В залежності від виду виробу і галузі виробництва, підходи до питання відпрацювання нового виробу на технологічність дуже різняться між собою, що може підтвердити аналіз літературних джерел [1, 3 — 13]. Особливо слід зауважити, що якщо методологію відпрацювання на технологічність у таких галузях, як ливарне виробництво і механічна обробка, можна вважати достатньо розвиненим, то про такі галузі, як складання (особливо роботизоване) та автоматизація, цього сказати ніяк не можна.



Рис. 1. Основні показники технологічності конструкцій виробів і властивості, що ними характеризуються

Взагалі, питанню відпрацювання нових виробів на технологічність у складальному виробництві, а також в умовах автоматизації та роботизації присвячено дуже мало праць. До таких, скоріше за все, можна віднести лише деякі фрагменти з [1, 4 — 6, 8, 9].

Треба відзначити, що за рубежом такого поняття, як “технологічність” не існує. Так у дійсному дотепер ГОСТ 14.201-83 [14] слово “технологічність” переведено як “technological efficiency”, а у Державному стандарті Російської Федерації ГОСТ Р 51033-97 [15] “експлуатаційна технологічність” переведено як “maintainability”, а “ремонтна технологічність” — як “repairability”. В англomовній технічній літературі таких наведених вище понять, які отримані дослівним перекладом, не існує — замість терміна “технологічність” використовуються терміни “DFM” — “Design for manufacture” або “Design for Manufacturability” (конструювання для виробництва) та “DFA” — “Design for assembly” (конструювання для складання). Інколи використовується і такий термін, як “DFMA” — “Design for manufacture and assembly” (конструювання для виробництва та складання).

Найкращим чином вирішити весь комплекс задач, які виникають в процесі ТПВ [16], здатна тільки автоматизована система ТПВ.

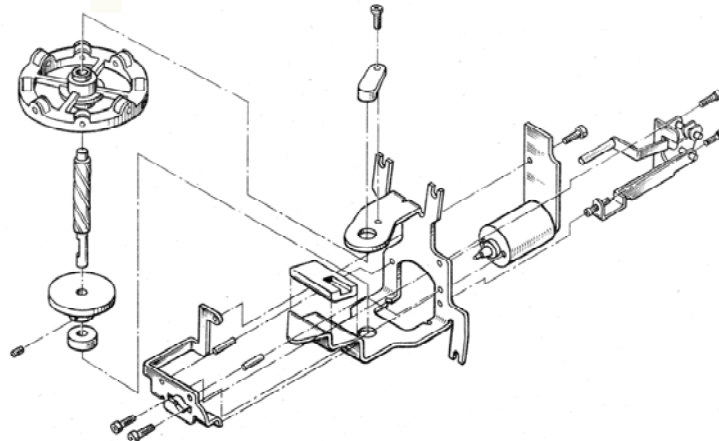


Рис. 2. Конструкція механізму подачі листів паперу у принтер, що випускався фірмою IBM (м. Остін, США)

Автоматизація ТПВ знаходить застосування в усіх промислово-розвинених країнах. У якості прикладу можна навести той факт, що в США ще у 1976 році була підготовлена та прийнята державна програма з автоматизації технологічної підготовки виробництва та виготовлення об'єктів машинобудування та приладобудування [17, 18].

У нашій країні автоматизовані системи ТПВ почали створюватися ще в 60-х роках двадцятого століття. В розробці теоретичних основ побудови автоматизованих систем ТПВ і досягненні практичних результатів велика роль належить вченим: С.П. Мітрофанову, В.І. Аверченкову, Г.К. Горанському, М.М. Капустіну, Д.Д. Кулікову, В.В. Павлову, Б.С. Падуну, В.Д. Цветкову, Л.С. Ямпольському та багатьом іншим.

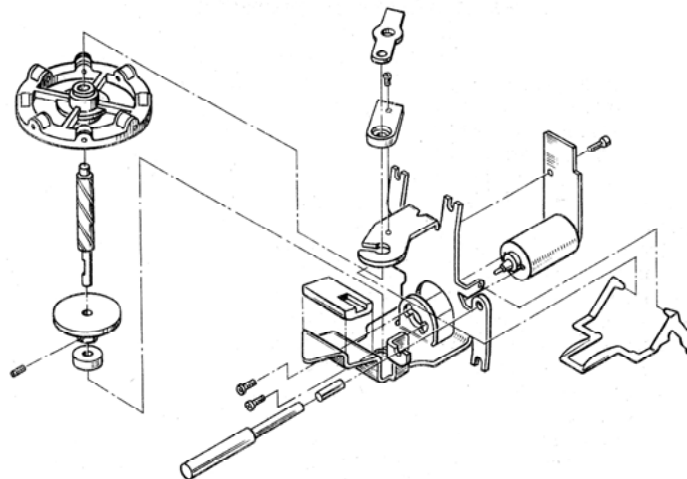


Рис. 3. Конструкція механізму подачі листів у принтер, що випускався фірмою IBM (м. Остін, США) після її відпрацювання на технологічність

Аналіз праць цих авторів дозволяє зробити висновок про те, що найменш з досліджених задач, що виникають під час ТПВ за допомогою автоматизованих систем ТПВ, є питання автоматизованого відпрацювання конструкції виробу на технологічність. Тому задача автоматизації процесу відпрацювання конструкції виробу на технологічність є дуже актуальною і потребує створення відповідних засобів для її вирішення.

Класифікацію основних показників технологічності конструкцій виробів і властивостей, що ними характеризуються, наведено на рис. 1.

**Розв'язання проблеми.** В якості прикладів відпрацювання конструкцій виробів на технологічність можна навести наступні факти.

У 80-х роках минулого століття у фірмі IBM (м. Остін, США) було проведено відпрацювання на технологічність конструкції механізму подачі листів паперу у принтер, який випускався цією фірмою. Спочатку конструкція цього механізму мала вигляд, який наведено на рис. 2. Після відпрацювання конструкції цього механізму остання набула вигляду, який наведено на рис. 3.

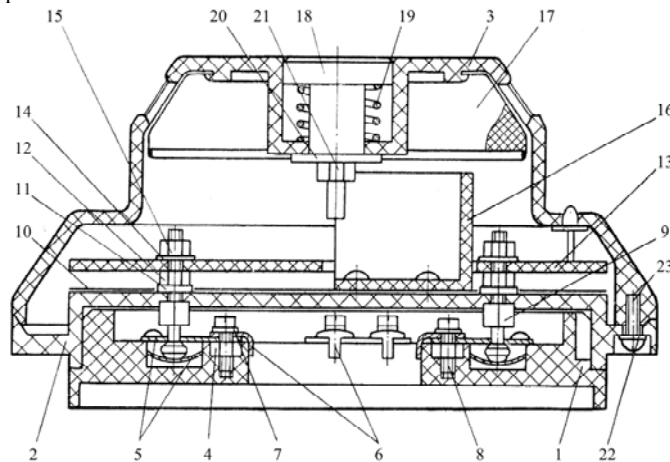


Рис. 4. Конструкція димового оповіс­тувача ДИП-2:

1 — основа; 2 — корпус; 3 — кришка; 4 — гайка; 5 — кле­ма; 6 — контакт; 7 — шайба; 8 — гвинт; 9 — штир; 10 — проклад­ка; 11 — шайба; 12 — гайка; 13 — плата; 14 — шайба; 15 — гайка; 16 — екран; 17 — сітка; 18 — кнопка; 19 — пружина; 20 — шайба; 21 — гайка; 22 — шайба; 23 — гвинт

В результаті відпрацювання на технологічність конструкції цього механізму було досягнуто наступних результатів:

- 1) кількість деталей у механізмі скоротилася з 27 до 14;
- 2) з'явилася можливість встановлення і закріплення двигуна за рахунок поступального руху з поворотом; скоротилася кількість кріпильних гвинтів.

В якості наступного прикладу наведемо результат відпрацювання на технологічність конструкції димового оповіс­тувача ДИП-2, яке було проведене теж у 80-х роках минулого століття на Київському виробничому об'єднанні «Веда».

Спочатку конструкція цього механізму мала вигляд, який наведено на рис. 4.

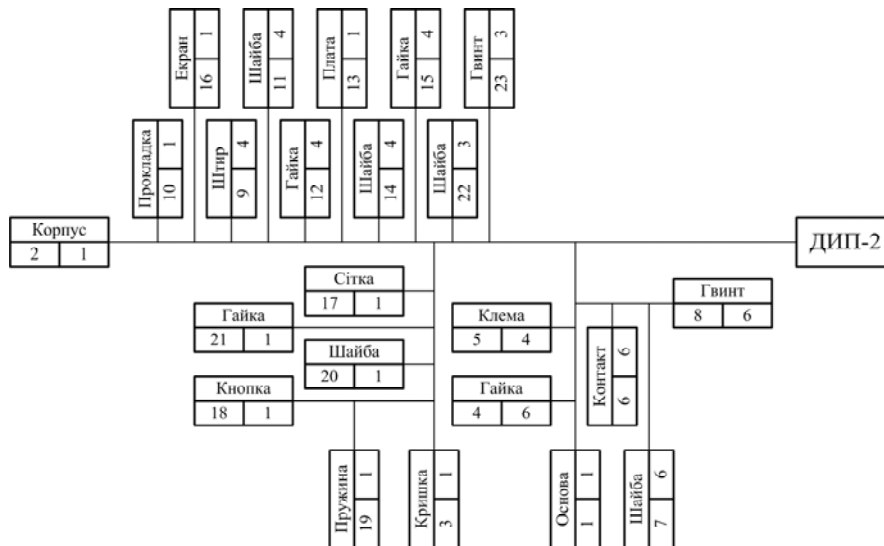


Рис. 5. Технологічна схема складання димового оповіс­тувача ДИП-2

Цей виріб являв собою електронно-механічний пристрій — димовий оповіс­тувач пожежі із спеціальною розеткою, яка кріпилася на місті встановлення датчика. Блок оповіс­тувача кріпився до розетки за допомогою контактних клем і включав в себе плату із світлодіодним елементами, світлоприймачем, відбивачем і набір радіоелементів. Датчик спрацьовував зміні оптичних якостей навколишнього середовища під впливом диму у приміщенні, яке контролюється.

Технологічна схема складання димового оповіс­тувача ДИП-2 наведена на рис. 5.

Після відпрацювання конструкції виробу ДИП-2 на технологічність з точки зору роботизації було встановлено, що ця конструкція досить складна і потребує великої кількості складальних операцій. Тому було запропоновано внести деякі зміни до конструкції цього виробу.

В результаті відпрацювання конструкції виробу ДИП-2 на технологічність було досягнуто наступних результатів:

- 1) кількість деталей у виробі скоротилася з 65 до 37;
- 2) істотно скоротити трудомісткість виконання складальних операцій виробу;

роботизувати процес складання даного виробу за допомогою робототехнічного комплексу на базі промислових роботів ПР 5-2.

В результаті відпрацювання на технологічність конструкція димового оповіщувача ДИП-2 набула вигляду, що наведено на рис. 6.

Технологічна схема складання димового оповіщувача ДИП-2 після відпрацювання на технологічність наведено на рис. 7.

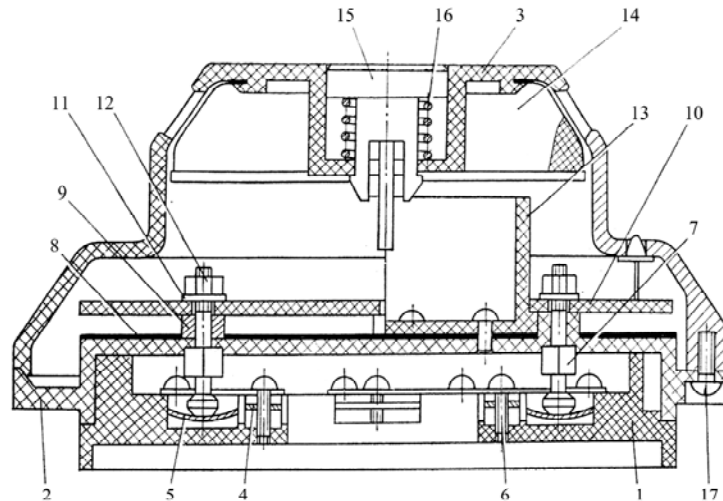


Рис. 6. Конструкція димового оповіщувача ДИП-2 після відпрацювання на технологічність:

- 1 — основа; 2 — корпус; 3 — кришка; 4 — контакт; 5 — клема; 6 — гвинт; 7 — штир; 8 — прокладка; 9 — втулка; 10 — плата; 11 — шайба; 12 — гайка; 13 — екран; 14 — сітка; 15 — кнопка; 16 — пружина; 17 — гвинт

#### Висновок.

В якості останнього прикладу наведемо результат DFA-аналізу конструкції виробу “Замок”, яке було проведене у 2008-у році на кафедрі технології машинобудування Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут” кандидатами технічних наук доцентами В.М. Кореньковим, В.А. Пасічником та магістром Ю.В. Лашиною [19].

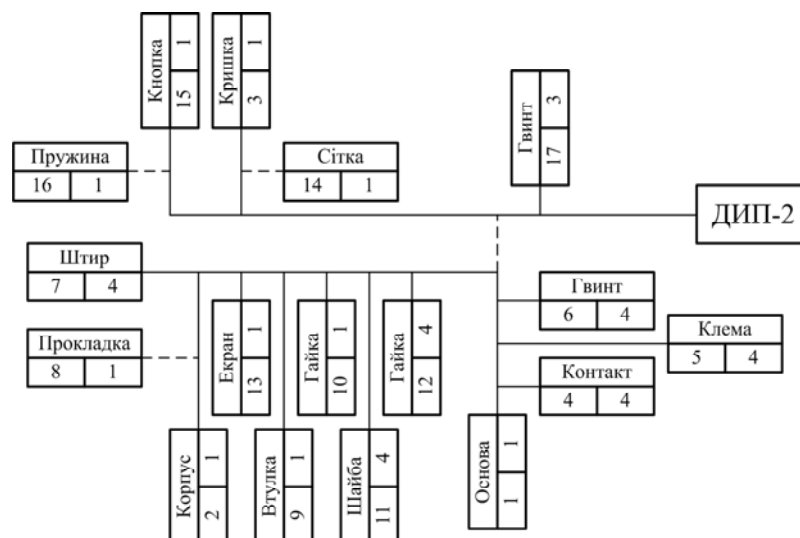
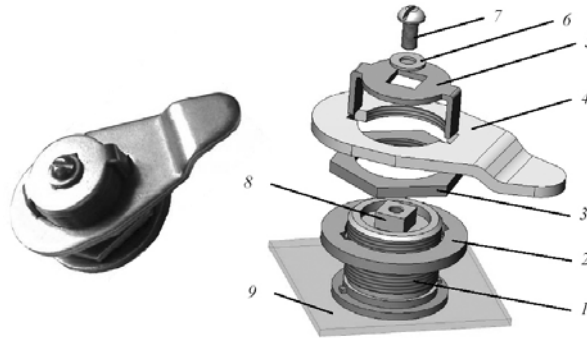


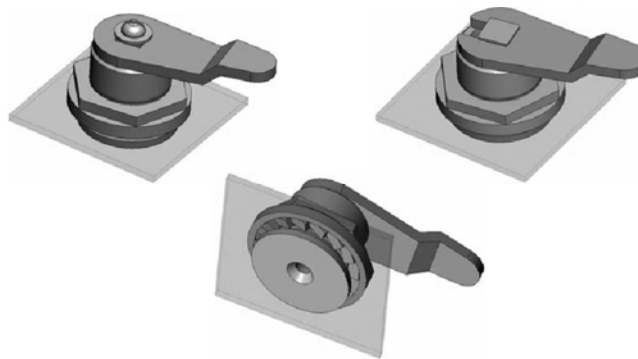
Рис. 7. Технологічна схема складання димового оповіщувача ДИП-2 після відпрацювання на технологічність



**Рис. 8. Початкова конструкція виробу “Замок”:**  
1 — корпус; 2 — шайба стопорная; 3 — гайка; 4 — заскок; 5 — скоба; 6 — шайба; 7 — гвинт;  
8 — сердцевина замка; 9 — фрагмент стінки шухляди

На рис. 8 наведено початкову конструкцію виробу “Замок”.

Реалізація DFA-аналізу конструкції виробу “Замок” дозволила отримати кілька принципово нових можливих конструкцій виробу “Замок”, які виявилися значно простішими, дешевшими і надійними (рис. 9).



**Рис. 9. Принципово нові можливі конструкції виробу “Замок”, отримані в результаті DFA-аналізу**

### Список літератури.

1. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. В 14 кн. Кн. 13. В.Н. Давыгора. ГПС для сборочных работ: Практ. пособие/ Под ред. Б.И. Черпакова. — М.: Высш. шк., 1989. — 110 с.
2. [http://elibrary.ru/query\\_results.asp](http://elibrary.ru/query_results.asp).
3. Альшиц И.Я., Благов Б.И. Проектирование деталей из пластмасс. — Машиностроение. 1977. — 215с.
4. Асфаль Р. Роботы и автоматизация производства/ Пер. с англ. М.Ю. Евстигнеева и др. — М.: Машиностроение, 1989. — 448 с.
5. Гибкие сборочные системы/ Под ред. У.Б. Хегинботама; Пер. с англ. Д.Ф. Миронова; Под ред. А.М. Покровского. — М.: Машиностроение, 1988. — 400 с.
6. Замятин В.К. Технология и автоматизация сборки. — М.: Машиностроение, 1993. — 464 с.
7. Михлин В.М., Диков К.И., Стариков В.М. Эксплуатационная технологичность конструкции тракторов. — Машиностроение. 1982. — 253 с.
8. Мысловский Э.В. Промышленные роботы в производстве радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Радио и связь, 1988. — 224 с.
9. Робототехнические системы в сборочном производстве/ Под ред. Е.В. Пашкова. — К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. — 272 с.
10. Технологичность авиационных конструкций, пути повышения. Часть 1: Учебное пособие/ И.М. Колганов, П.В. Дубровский, А.Н. Архипов — Ульяновск: УлГТУ, 2003. — 148 с.
11. Технологичность конструкции изделия: Справочник/ Под ред. Ю.Д. Амирова. — М.: Машиностроение, 1985. — 368 с.
12. Технологичность конструкции изделия: Справочник/ Ю.Д. Амиров, Т.К. Алферова, П.Н. Волков и др.; Под общ. ред. Ю.Д. Амирова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1990. — 768 с.
13. Шерышев М.А. Основы конструирования изделий из пластмасс. — Москва: РХТУ, 2006. — 124 с.
14. ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования.
15. ГОСТ Р 51033-97 Показатели эксплуатационной и ремонтной технологичности строительных машин.
16. О.А. Стенін, С.В. Лапковский, М.О. Солдатов. Системно-структурні принципи комплексної технологічної підготовки виробництва при проектуванні гнучких виробничих систем// Системні дослідження та інформаційні технології/ — Київ, 2004. — № 1, С. 18 — 31.
17. Wisnosky D. ICAM. The Air Forces integrated Computer Aided Manufacturing Program// Astronautics and Aeronautics, 1977, 2.
18. Ракович А.Г. Основы автоматизации проектирования технологических приспособлений/ Под ред. Е.А. Стародетко. — Мн.: Наука и техника, 1985. — 285 с.
19. В.М. Кореньков, В.А. Пасічник, Ю.В. Лашина. Процедура целенаправленного DFA-анализа сборочных единиц// Международная научно-техническая конференция „Техника и Технология Сборки Машин — TTSM-2008”. Politechnika Rzeszowska, Poland, May 2008, Technika i technologia montazu maszyn. — 2008. — z. 72. — С. 81 — 87.